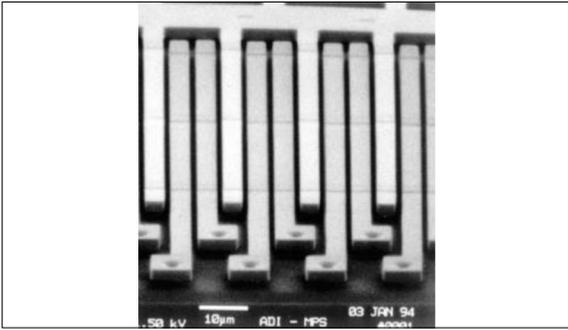


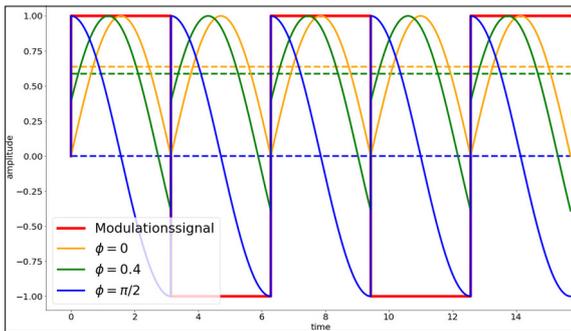
Student	Remo Schraner
Examinator	Prof. Guido Keel
Themengebiet	Sensorik

Lock-In Verstärker zur Messung kleinster Signale

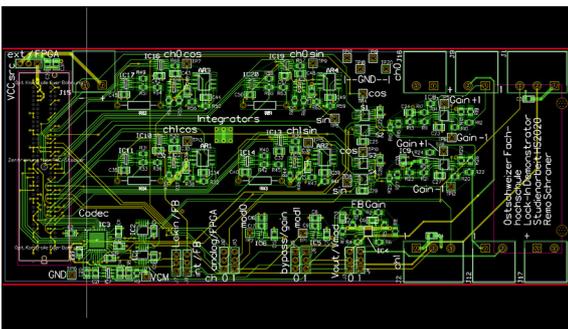
Ein Demonstrator für den Sensorikunterricht an der OST - Ostschweizer Fachhochschule



MEMS Accelerometer (kapazitive Messung)
Vorlesung Sensorik 1, 07_MEMS



Lock-in Ausgangssignal bei unterschiedlichen Phasenverschiebungen; gestrichelt: Jeweiliger DC-Anteil
Eigene Darstellung



Layout der Schaltung
Eigene Darstellung

Einleitung: Von Lichtschranken über Kapazitätsmessungen bis hin zum GPS: Lock-in Verstärker bieten ein sehr breites Einsatzspektrum. Dank der enorm hohen Frequenzselektivität können sie überall dort eingesetzt werden, wo kleine Signale einem verhältnismässig grossen Rauschen ausgesetzt sind. So nehmen zum Beispiel Störeinflüsse durch Fremdlicht bei einem optischen System oder elektromagnetische Einwirkungen auf einem elektrischen Signal nahezu keinen Einfluss auf eine Messung. Minimalste Phasen- und Amplitudenänderungen, wie sie bei MEMS Sensoren auftreten und die mit alternativen Messmethoden im Rauschen verschwinden würden, können durch Lock-in Verstärker ausgewertet werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Durchflussmessung mittels Corioliskraft. Diese führt abhängig vom Massestrom in einem gebogenen und zum Schwingen angeregten Rohr zu einer Phasenverschiebung von einigen Milligrad, welche ausgewertet werden können. Mit diesem Verfahren können sehr präzise Durchflussmessungen getätigt werden.

Der Lock-in Verstärker besteht im Grundsatz aus zwei einzelnen Synchron-Gleichrichtern. Durch Modulation des Messsignals mit je einem synchronen und einem um 90° phasenverschobenen Rechtecksignal entstehen zwei Ausgangssignale, über welche die Amplituden- und Phaseninformation bestimmt werden können. Dies geschieht entweder durch einen Tiefpass oder durch die Integration dieses resultierenden Signals über eine gewisse Zeit. Letztere bietet dabei die besseren Ergebnisse, da bei der Integration über ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des Messsignals die Oberwellenanteile vollständig entfallen, statt nur abgedämpft zu werden.

Aufgabenstellung: Zu diesem Messverfahren soll nun ein Demonstrator gebaut werden. Er dient dazu, den Studierenden im Modul "Sensorik" den Lock-in Verstärker in seiner Anwendung und Funktionsweise näher zu bringen.

Die Arbeitsfrequenz der Schaltung beträgt nominal 1kHz und es sollen Phasenmessungen im Milli- bis Mikrograd-Bereich getätigt werden können. Bei der vorgegebenen Frequenz entspricht bereits eine Phasenverschiebung von einem Milligrad einer Verzögerungszeit von gerade einmal 0.28 Mikrosekunden. Es stehen zwei identische Messkanäle zur Verfügung, über welche die Auswertung jeweils sowohl in einer diskret aufgabauten Schaltung, als auch digital per 24Bit AD-Wandler geschehen kann. Angesteuert wird das Ganze über ein Zedboard, welches auf dem Xilinx Zync SoC mit ARM core und programmierbarer Logik (FPGA) basiert. Visualisiert werden die Daten schlussendlich auf einem PC in Matlab.

Vorgehen: Nach dem Einlesen in die Thematik, welche im zu diesem Zeitpunkt gerade begonnenen Semester erst noch behandelt werden sollte, wurde ein Blockschaltbild der notwendigen Komponenten erstellt. Darauf folgte die Entwicklung des Schemas, unterstützt durch Simulationen, anhand derer laufend die zu verwendenden Bauteile evaluiert wurden. In der Zeit zwischen dem Design des Print-Layouts und dem Eintreffen des PCBs und der bestellten Bauteile wurde das FPGA programmiert, welches der Ansteuerung und Auswertung dient.